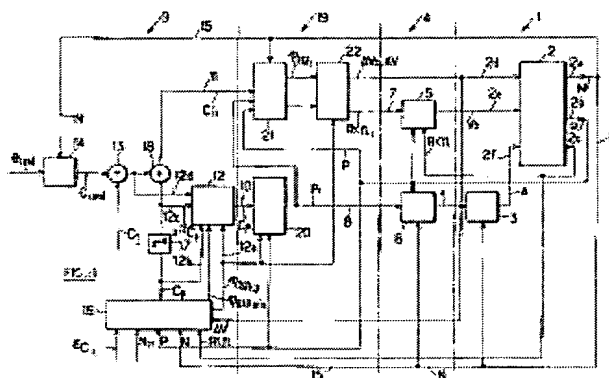


Method of controlling an IC engine, includes drawing regulating parameter instructions taking foreseeable and unforeseeable loads into account

Patent number: FR2790516
Publication date: 2000-09-08
Inventor: JREIJ HABIB; RAUCH VINCENT; SORINE MICHEL;
 NIKOUKHAH RAMINE
Applicant: RENAULT (FR)
Classification:
 - international: F02D43/04
 - european: F02D37/02, F02D41/30C, F02D41/14B
Application number: FR19990002505 19990301
Priority number(s): FR19990002505 19990301

Abstract of FR2790516

The instructions for regulating parameters, whether slow or fast (AVc, RCYLc, Pc) are drawn up, should the situation arise, with regulating loops (5,6) controlling the regulating parameters for ensuring the functioning of the engine (2). The development of the instructions are drawn up and taken into account the real load values (Cic) and projected values (Cpc) determined in their entirety by enquiring foreseeable load (Cp) and unforeseeable load (C1).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 790 516

②1 N° d'enregistrement national : 99 02505

⑤1 Int Cl⁷ : F 02 D 43/04

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 01.03.99.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 08.09.00 Bulletin 00/36.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *RENAULT Société anonyme — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : RAUCH VINCENT, NIKOUKHAH
RAMINE, SORINE MICHEL et JREIJ HABIB.

⑦3 Titulaire(s) :

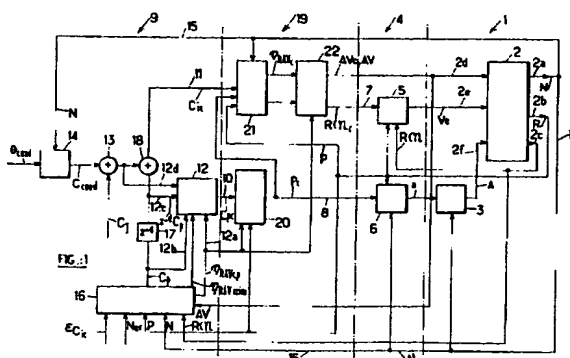
⑦4 Mandataire(s) : CABINET DE BOISSE ET COLAS.

⑤4 PROCÉDE DE COMMANDE D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE.

⑤7 Selon ce procédé des consignes de paramètres de ré-
glage rapide et lent (AV_c , $RCYL_c$, P_c) sont élaborées et ap-
pliquées, le cas échéant, à des boucles de réglage (5, 6)
pilotant les paramètres à régler pour assurer le fonctionne-
ment du moteur (2).

L'élaboration des consignes (AV_c , $RCYL_c$, P_c) est réali-
sée en prenant en compte des consignes de couple immé-
diate (C_i) et projetée (C_p) déterminés à leur tour par des
demandes de couple prévisibles (C_p) et imprévisibles (C_i).

Application notamment à un moteur à injection directe
d'essence.



FR 2 790 516 - A1



Procédé de commande d'un moteur à combustion interne.

La présente invention est relative à un procédé de commande d'un moteur à combustion interne, notamment à injection d'essence.

5 Plus particulièrement, l'invention vise à fournir un tel procédé de commande qui puisse satisfaire les demandes de couple imposées au moteur et provenant de diverses sources telles que les demandes exprimées par le conducteur (demandes de couple imprévisibles) et celles
10 résultant de l'utilisation d'accessoires, comme le climatiseur par exemple (demandes de couple prévisibles). Par ailleurs, ces demandes de couple doivent être satisfaites moyennant le suivi de consignes imposées à des réglages de plusieurs paramètres tels que la richesse du
15 mélange air/carburant alimentant le moteur, l'avance à l'allumage, le taux de recyclage des gaz d'échappement (taux EGR) et la pression de l'air dans le collecteur d'admission, et ce en respectant des contraintes de consommation et de pollution.

20 La conception d'un procédé de commande satisfaisant ces demandes de couple se heurte à des difficultés qui sont essentiellement de deux ordres. D'une part, il convient de fixer deux types de consignes pour le couple, à savoir une consigne immédiate de couple qui pilote la
25 valeur du couple pour la phase immédiatement suivante de commande (par exemple le demi-tour suivant du vilebrequin). D'autre part, il faut également engendrer une consigne projetée de couple qui anticipe sur quelques demi-tours du vilebrequin la valeur du couple qui sera
30 alors à fournir.

L'autre difficulté réside dans le fait que les réglages influant le couple fourni par un moteur à combustion interne sont soit à effet immédiat ou quasi-

immédiat, comme le réglage de l'avance à l'allumage et le réglage de la richesse du mélange par exemple, soit à effet plus lent comme le réglage de la pression d'air dans le collecteur d'admission, par exemple.

5 Cependant, il semble que jusqu'ici un procédé de commande intégrant la solution du problème provoqué par ces deux ordres de difficultés n'ait pas encore été proposé.

10 Par exemple, dans le DE 1 96 30 213, on engendre une consigne de couple dite "dynamique" en filtrant par un filtrage passe-haut, une consigne immédiate de couple. Les deux consignes de couple sont alors utilisées séparément, la consigne de couple dynamique étant utilisée pour piloter l'avance à l'allumage et la consigne immédiate de
15 couple pilotant ce qu'il est convenu d'appeler la voie d'air, autrement dit la pression dans le collecteur d'admission du moteur.

20 Dans un autre document antérieur, à savoir le DE 196 18 803, on procède en quelque sorte de façon inverse. Dans ce cas en effet, la consigne lente de couple est engendrée par filtrage passe-bas d'une consigne immédiate de couple. La consigne lente de couple est ici prise en charge par la voie d'air, tandis que la consigne immédiate de couple est prise en charge par l'avance à l'allumage et/ou la coupure
25 d'injection des cylindres.

30 Par la demande de brevet français FR 97 07 664 au nom de la Demanderesse, il est par ailleurs connu de fixer une consigne immédiate de couple et une consigne projetée de couple à partir desquelles les réglages du moteur sont calculés par l'intermédiaire d'un régulateur multivariable de type linéaire quadratique intégral. Un tel procédé de commande ne permet pas de prendre en compte des non-

linéarités de certaines commande, comme par exemple celle de l'avance à l'allumage.

L'invention a pour but de fournir un procédé de commande d'un moteur à combustion interne qui permette
5 d'agir sur les réglages du moteur en fonction de consignes immédiate et projetée du couple, tout en agissant sur des paramètres de réglage rapides et lents et ce en réagissant sur des demandes de couple prévisibles et imprévisibles.

Elle a donc pour objet un procédé de commande d'un
10 moteur à combustion interne, notamment à injection directe d'essence,

caractérisé en ce que

on engendre une consigne projetée de couple à partir de la demande de couple du conducteur et/ou de demandes
15 prévisibles et imprévisibles de couple d'accessoires,

on engendre, par l'intermédiaire d'au moins une cartographie, au moins une consigne projetée d'un paramètre de réglage rapide du moteur à partir de paramètres de fonctionnement actuel du moteur,

20 on détermine une consigne immédiate d'au moins un paramètre de réglage lent du moteur en l'extrayant d'une première équation reliant cette consigne immédiate à ladite consigne de couple projetée, à ladite consigne projetée d'un paramètre de réglage rapide, au régime du
25 moteur et éventuellement à d'autres caractéristiques de fonctionnement du moteur,

on engendre une consigne immédiate de couple à partir de ladite demande de couple du conducteur, de ladite demande imprévisible de couple d'accessoires et desdits
30 paramètres de fonctionnement actuel du moteur,

on détermine une gamme admissible de grandeurs représentatives d'au moins une consigne immédiate dudit paramètre de réglage rapide du moteur, en extrayant cette

gamme d'une seconde équation qui la relie à ladite consigne immédiate de couple, à ladite consigne projetée dudit paramètre de réglage rapide du moteur, au régime, à la pression actuelle mesurée dans le collecteur d'admission et éventuellement auxdites caractéristiques de fonctionnement du moteur,

on sélectionne dans cette gamme admissible une grandeur représentative optimale qui présente un écart minimal par rapport à une grandeur équivalente représentant ladite consigne projetée dudit paramètre de réglage rapide,

on extrait de ladite grandeur optimale ladite consigne immédiate dudit paramètre de réglage rapide, et

on utilise ladite consigne immédiate d'un paramètre de réglage lent du moteur et ladite consigne immédiate dudit paramètre rapide du moteur pour imposer un état de fonctionnement souhaité au moteur.

Grâce à ces caractéristiques, le fonctionnement du moteur est régi par une commande qui intègre l'ensemble des facteurs pouvant l'influencer, soit immédiatement, soit en prévision d'événements ou des réglages qui auront lieu seulement quelques instants (un ou plusieurs tours du vilebrequin) après l'instant considéré.

Un autre avantage du procédé selon l'invention réside dans le fait que la gamme de grandeurs représentatives des consignes immédiates des paramètres de réglage rapide, est composée de valeurs qui correspondent toujours à la performance optimale que l'on peut obtenir à un instant donné de l'association des consignes immédiates.

Par ailleurs, en définissant une telle gamme de grandeurs, le procédé selon l'invention peut être appliqué, non seulement à des moteurs à injection directe d'essence, mais également à d'autres types de moteurs, car

les valeurs de la gamme peuvent être décomposées en des consignes dont on adapte au choix la nature au moteur à commander. En d'autres termes, les grandeurs de la gamme permettent d'établir, selon le cas, des consignes d'un ou de plusieurs paramètres de réglage rapide, comme par exemple l'avance à l'allumage, la richesse du mélange et/ou le taux de recirculation des gaz d'échappement. De ce fait, le procédé selon l'invention autorise une grande souplesse d'adaptation de sorte qu'une même stratégie de commande peut s'adapter sur divers types de moteur, moyennant un faible effort d'adaptation, notamment en programmation.

Selon d'autres caractéristiques du procédé selon l'invention:

- 15 - ladite consigne projetée de couple est obtenue selon la relation:

$$C_{pc} = \min(a, b \frac{\eta_{RAV'cp}}{\eta_{RAV' \min}})$$

dans laquelle

$$a = C_{Cond} + C_I + \max(C_P, z^{-d} C_P),$$

20 $b = C_{cond} + C_I + \min(C_P, z^{-d} C_P),$

$\frac{\eta_{RAV'cp}}{\eta_{RAV' \min}}$ est une marge de rendement avec $\eta_{RAV'cp} = \eta_{AV'cp} \cdot \eta_{RCYL'cp}$,

$\eta_{AV'cp}$ et $\eta_{RCYL'cp}$ désignant respectivement un rendement d'avance à l'allumage et un rendement de richesse;

- ladite consigne projetée de réglage rapide est transformée en un valeur de rendement en fonction d'au moins une cartographie;

- lesdits paramètres de fonctionnement du moteur sont le régime, la pression du collecteur d'admission, éventuellement un paramètre de navigation, la richesse,

l'avance à l'allumage, et/ou des paramètres relatifs au taux de remplissage dudit moteur;

- lesdites demandes de couple prévisibles sont déterminées sur un horizon de z^{-d} demi-tours du vilebrequin du moteur, z étant un opérateur "avance d'un demi-tour" et d'un nombre de demi-tours prédéterminé,

- ladite consigne immédiate d'au moins un paramètre de réglage lent est calculée par itérations selon une équation de la forme:

$$10 \quad P_c(k) = \frac{C_{pc}(k)}{\eta_{RAVc} \cdot \eta_{comb} \{P_c(k), N(k)\} \cdot K_{rem} \{N(k)\}} + \frac{q_{a0}}{K_{rem} \{N(k)\}} + P_0$$

dans laquelle

k numéro de demi-tour du vilebrequin

η_{comb} rendement de combustion

K_{rem} , P_0 et q_{a0} caractéristiques de remplissage des

15 cylindres,

et les résultats des itérations sont déposées dans une table ayant comme entrées le régime et le quotient de ladite consigne projetée de couple par la valeur de rendement de ladite consigne projetée de paramètre de

20 réglage rapide;

- ladite gamme admissible est déterminée par itérations successives à l'aide de l'équation suivante:

$$\eta_{RAVc}(k) = \frac{C_{ic}(k)}{\eta_{comb} \{P(k-2), N(k)\} \cdot [K_{rem} \{N(k-2)\} \{P(k-2) - P_0\} - q_{a0}]}$$

et les résultats des itérations sont déposées dans une table d'où est extraite ladite gamme admissible;

- la valeur $(P-2)$ de ladite équation d'où est extraite ladite gamme admissible est affectée d'un facteur de correction (σ) tendant à favoriser l'agrément de conduite et/ou la sécurité selon la formule:

$$30 \quad P(k-2) = \tilde{P} = (1-\sigma)P + \sigma P_c;$$

- ladite grandeur équivalente est une valeur située sur une courbe iso, de la forme :

$$\eta_{AV}(P, N, AV_c) \cdot \eta_{RCYL}(RCYL_c) = \eta_{RAV_c}(k)$$

et ladite grandeur optimale est calculée par projection
5 sur ladite courbe iso;

- l'opération de projection sur ladite courbe iso est effectuée selon l'équation suivante

$$\{\eta_{AV_c}(k), RCYL_c(k)\} = Proj_{\eta_{RAV_c}(k-1)}(\{\eta_{AV_{cp}}, RCYL_{cp}\}(k-1));$$

- l'erreur de suivi de couple projeté, est
10 déterminée et confrontée à un seuil prédéterminé et l'équation de l'opération de projection n'est appliquée que si ladite erreur est supérieure audit seuil;

- ladite erreur de suivi de couple projeté est définie par l'équation

$$15 \quad \varepsilon_{Cic} = \frac{\partial \varepsilon_{ic}}{\partial P}(P, N, AV_c, RCYL_c)(P - P_c);$$

- lesdites consignes immédiates de paramètres de réglage rapide sont la richesse du mélange et l'avance à l'allumage;

- la détermination desdites consignes immédiates
20 de paramètres de réglage rapide est exécutée en prenant en compte des modes de fonctionnement dudit moteur tels que les modes Homogène-Stoechiométrique, Purge, Homogène Pauvre et Stratifié;

- ladite consigne de paramètre de réglage lent est
25 la consigne de pression du collecteur d'admission dudit moteur.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se
30 référant aux dessins annexés sur lesquels:

- la figure 1 est un schéma illustrant un dispositif de commande destiné à la mise en œuvre du procédé de l'invention;

5 - la figure 2 est un graphe montrant deux courbes des valeurs de rendement de consignes projetée et immédiate d'avance à l'allumage en fonction des valeurs des consignes projetée et immédiate de richesse, pour illustrer l'une des phases du procédé de commande selon l'invention;

10 - la figure 3 est un diagramme de transition entre plusieurs modes de fonctionnement d'un moteur à combustion interne commandé par le procédé selon l'invention;

15 - la figure 4 est un graphe analogue à celui de la figure 2 illustrant le diagramme de transition représenté sur la figure 3.

La figure 1 montre la représentation symbolique d'un dispositif de commande mettant en œuvre un exemple de procédé de commande selon l'invention.

20 On notera que ce procédé de commande agit sur un moteur à combustion interne qui est équipé comme connu en soi et selon le mode de mise en œuvre choisi du procédé, notamment avec les organes suivants:

25 - une "voie d'air" alimentant le moteur en comburant, cette voie comprenant en particulier un papillon des gaz motorisé, des soupapes pilotées ou analogues;

- une voie de recirculation des gaz d'échappement pilotée par une vanne de recirculation dite EGR;

30 - une voie de carburant pilotée par des injecteurs commandés en durée d'ouverture et en phase,

- une voie d'allumage pilotée par une commande d'avance à l'allumage;

- un capteur de régime du moteur,

- un estimateur de charge du moteur utilisant la mesure du régime et des mesures de pression ou de débit d'air et de température;
- un capteur de richesse des gaz; et
- 5 - un estimateur de taux d'oxygène dans les cylindres utilisant le taux de recirculation des gaz.

Pour ne pas charger la figure 1, ces organes associés au moteur n'ont pas été représentés.

Il est à noter par ailleurs, que le dispositif de
10 commande représenté sur la figure 1 est une image fonctionnelle des opérations mises en oeuvre par le procédé de commande de l'invention, les fonctionnalités devant être concrétisées dans un calculateur dûment programmé.

15 Ceci étant, le dispositif de commande est associé à une partie 1 symbolisant par le bloc 2 le moteur à commander. Le bloc 2 fournit comme sorties actuelles le régime N (ligne 2a), la pression P du collecteur d'admission du moteur (ligne 2b) et la richesse RCYL
20 (ligne 2c).

Le bloc 2 reçoit comme première entrée le paramètre AV_c ou AV de réglage rapide (ligne 2d) qui est utilisé directement comme grandeur réglée de l'avance à l'allumage sans passer par une boucle de réglage. Il reçoit comme
25 seconde entrée (ligne 2e) une grandeur réglée q_c commandant la richesse du mélange air/carburant fourni au moteur, et comme troisième entrée (ligne 2f) une grandeur réglée A établie par l'intermédiaire d'un actionneur d'air 3 qui peut agir sur un papillon motorisé par exemple.

30 Une deuxième partie 4 du dispositif de commande de la figure 1 symbolise les boucles de réglage de richesse 5 et de pression d'air 6 fournissant respectivement la grandeur

réglée q_e de richesse et le signal de commande a de l'actionneur 3.

La boucle de réglage 5 engendre la grandeur réglée q_e en fonction de l'écart entre la sortie actuelle RCYL (ligne 2c) du bloc 2 et une consigne RCYL_c de richesse (ligne 7), tandis que la boucle de réglage 6 engendre la grandeur réglée a de commande de l'actionneur A en fonction de l'écart entre la sortie actuelle P (ligne 2b) du bloc 2 et une consigne de pression P_c (ligne 8).

Une troisième partie 9 du schéma de la Figure 1 est destinée à établir une consigne projetée de couple C_{pc} (ligne 10) et une consigne immédiate de couple C_{ic} (ligne 11).

La consigne projetée de couple C_{pc} est obtenue selon la relation suivante qui permet d'anticiper sur l'apparition ou la disparition de ce couple C_{pc}:

$$C_{pc} = \min(a, b \frac{\eta_{RAVcp}}{\eta_{RAVmin}}) \quad (1)$$

dans laquelle

$$a = C_{Cond} + C_I + \max(C_p, z^{-d} C_p),$$

$$b = C_{cond} + C_I + \min(C_p, z^{-d} C_p),$$

$\frac{\eta_{RAVcp}}{\eta_{RAVmin}}$ est une marge de rendement avec $\eta_{RAVcp} = \eta_{AVcp} \cdot \eta_{RCYLcp}$,

η_{AVcp} et η_{RCYLcp} désignant respectivement un rendement d'avance à l'allumage et un rendement de richesse.

Le rendement d'avance à l'allumage η_{AVcp} est une grandeur cartographiée en fonction de l'avance à l'allumage, du régime moteur et de la pression collecteur, et qui représente l'effet de l'avance à l'allumage sur le couple.

De même, le rendement de richesse η_{RCYLcp} est une grandeur cartographiée en fonction de la richesse, et qui représente l'effet de la richesse sur le couple.

Le calcul de la consigne projetée de couple est effectué par un bloc 12. Celui-ci reçoit d'un sommateur 13, la somme d'une valeur C_i représentant des demandes imprévisibles de couple, comme la demande de couple provenant du système antipatinage du véhicule par exemple, et d'une valeur C_{cond} qui exprime la demande de couple du conducteur du véhicule. Cette valeur C_{cond} est calculée dans un bloc de calcul 14 en fonction d'une valeur θ_{cond} représentant la position instantanée de la pédale d'accélérateur et du régime N dont la valeur correspondante est délivrée sur une ligne 15.

La valeur du couple prévisible C_p est fournie par un bloc de calcul dit "superviseur" 16 en fonction de divers paramètres de fonctionnement actuels du moteur 2 parmi lesquels le régime N (ligne 15) et la pression mesurée P du collecteur d'admission (ligne 2b). Ce superviseur 16 calcule également, en fonction de ces mêmes paramètres de fonctionnement des consignes projetées de paramètres de réglage rapide du moteur tels que la consigne de richesse $RCYL_{cp}$ et la consigne AV_{cp} . Ces valeurs de consigne sont transformées dans le superviseur 16 en des valeurs de rendement en fonction de cartographies qui délivrent respectivement les valeurs η_{RAVcp} et η_{RAVmin} . Par ailleurs, les demandes de couple prévisibles C_p sont déterminées sur un horizon de z^{-d} demi-tours du vilebrequin du moteur 2, z étant un opérateur "avance d'un demi-tour" et d'un nombre de tours prédéterminé. Par exemple, le climatiseur du véhicule peut demander un couple C_{CLIM} prévisible avec $d=4$. La valeur z^{-d} est déterminée dans un bloc 17.

Ainsi, le bloc de calcul 12 détermine la valeur C_{pc} conformément à l'expression (1) ci-dessus à partir des valeurs η_{RAVcp} et η_{RAVMTN} (lignes 12a et 12b), C_p (ligne 12c), $z^{-d}C_p$ (ligne 12d) et la somme des valeurs C_{cond} et C_I (ligne 5 12e).

La consigne immédiate de couple C_{ic} est obtenue selon la relation suivante:

$$C_{ic} = C_{cond} + C_I + z^{-d}C_p \quad (2)$$

Pour cela, la valeur obtenue par le sommateur 13 est ajoutée dans un sommateur 18 à la valeur $z^{-d}C_p$ issue du bloc 17.

La consigne projetée de couple C_{pc} et la consigne immédiate de couple C_{ic} sont traitées dans une quatrième partie 19 du dispositif de commande mettant en œuvre le procédé selon l'invention.

La consigne projetée de couple C_{pc} est traitée dans un bloc de calcul 20 à l'aide d'une table qui permet d'extraire la consigne immédiate de réglage lent ici le paramètre de pression P_c .

Cette table est dressée à l'aide d'une équation de la forme

$$P_c(k) = \frac{C_{pc}(k)}{\eta_{RAVcp} \cdot \eta_{comb} \{P_c(k), N(k)\} \cdot K_{ramp} \{N(k)\}} + \frac{q_{a0}}{K_{ramp} \{N(k)\}} + P_0 \quad (3)$$

dans laquelle

k numéro de demi-tour du vilebrequin
 η_{comb} rendement de combustion
 K_{ramp} , P_0 et q_{a0} caractéristiques de remplissage des cylindres

Pour déterminer $P_c(k)$, on procède par itérations et les résultats des itérations sont consignés dans une table du bloc 20, cette table ayant comme entrées N et C_{pc}/η_{RAVcp} .

Selon une caractéristique importante de l'invention, la valeur C_{ic} est utilisée pour engendrer une gamme admissible de grandeurs représentatives, dans l'exemple décrit ici, de deux paramètres de réglage rapide du moteur

5 2, plus précisément le paramètre $RCYL_c$ de consigne de richesse et le paramètre AV_c de consigne d'avance à l'allumage.

En effet, certaines expressions des paramètres de réglage rapide du moteur sont interdépendantes, comme le

10 rendement de richesse et le rendement d'avance à l'allumage, utilisés dans le présent mode de mise en œuvre de l'invention. D'autres expressions d'autres paramètres sont utilisables pour former la gamme admissible, comme par exemple le rendement du taux de recirculation des gaz

15 d'échappement. Cependant, un avantage important de l'invention réside dans le fait que la gamme admissible peut être constituée d'une ou de plusieurs grandeurs représentatives, la gamme pouvant être représentée graphiquement par une droite, une courbe dans un plan ou

20 une surface courbe tridimensionnelle, selon qu'une, deux ou trois grandeurs sont respectivement impliquées.

Dans le cas décrit ici, la valeur C_{ic} est introduite dans un bloc de calcul 21, qui reçoit également la valeur P_c issue du bloc de calcul 19 et la valeur actuelle de

25 pression P provenant du moteur 2.

Le calcul dans le bloc 20 est basé sur l'équation suivante

$$\eta_{RAV_c}(k) = \frac{C_{ic}(k)}{\eta_{comb} \{ \tilde{P}(k-2), N(k) \} \cdot [K_{remp} \{ N(k-2) \} \{ \tilde{P}(k-2) - P_0 \} - q_{a0}]} \quad (4)$$

dans laquelle, de préférence,

30 $\tilde{P} = (1-\sigma)P + \sigma P_c$ où

$$0 \leq \sigma \leq 1$$

Le paramètre σ est utilisé de préférence pour favoriser l'agrément de conduite ou la sécurité (suivi strict de C_{ic} pour $\sigma=0$) ou les performances en consommation et pollution (suivi de C_{pc} pour $\sigma=1$ durant les transitoires. Ce paramètre peut être changé en temps réel.

L'équation (4) permet par un calcul itératif de dresser une table de valeurs utilisée dans le bloc de calcul 21 pour obtenir la gamme admissible η_{RAVc} . Celle-ci peut alors être utilisée pour retrouver les valeurs de consigne de richesse et d'avance qui seront exploitables dans la partie 4 du dispositif de commande.

A cet effet, la gamme admissible est confrontée dans un bloc dit de "sélection" 22 à une courbe iso $I\eta_{RAVcp}$ qui est composée de grandeurs équivalentes représentant les consignes projetées des paramètres de réglage rapide $RCYL_c$ et AV_c .

La courbe iso $I\eta_{RAVc}$ est l'ensemble des valeurs des paramètres de réglage rapide dont la combinaison donne une même valeur de η_{RAVc} .

Dans le cas décrit ici, pour une valeur de η_{RAVc} , la "courbe iso" correspondante est l'ensemble des points $(AV, RCYL)$, ou de façon équivalente $(\eta_{AV}, RCYL)$ tels que :

$$\eta_{AV}(P, N, AV_c) \cdot \eta_{RCYL}(RCYL_c) = \eta_{RAVc}(k) \quad (5)$$

Chaque fois que le superviseur 16 envoie un nouveau point $RCYL_{cp}(k+1), \eta_{AVcp}(k+1)$, on calcule la courbe iso correspondante par l'équation

$$\eta_{RAVcp}(k+1) =^{def} \eta_{AV} \{P_c, N, AV_{sup}(K+1)\} \cdot \eta_{RCYL} \{R_{CYLsup}(k+1)\} \quad (6)$$

Cette courbe iso est représentative de grandeurs équivalentes représentant la consigne projetée des paramètres de réglage rapide $RCYL_{cp}$ et Av_{cp} .

Il convient alors, selon le procédé de l'invention,
 5 de sélectionner sur la courbe représentant la gamme admissible selon l'équation (4), une grandeur représentative optimale qui ait l'écart minimale par rapport à une grandeur équivalente située sur la courbe iso.

10 Une fois cette grandeur trouvée, elle est utilisée pour retrouver les paramètres de réglage rapide qui, dans le mode de mise en oeuvre décrit, sont la consigne de richesse et la consigne d'avance à l'allumage. Ce processus est illustré sur la figure 2 où les valeurs du
 15 rendement de consigne d'avance à l'allumage η_{RAVC} , respectivement du rendement de consigne projetée d'avance à l'allumage η_{RAVcp} ont été portées en ordonnées et les valeurs de la consigne de paramètre de richesse $RCYL_c$, respectivement de la consigne de paramètre de richesse
 20 $RCYL_{cp}$ ont été portées en abscisses. La gamme admissible est désignée par $In_{RAVC}(k)$ et la courbe iso est désignée par $In_{RAVcp}(k)$.

Le point actuel $\{\eta_{RAVC}(k), RCYL_c\}$ est sélectionné ainsi.

On rappelle que le superviseur 16 reçoit en entrée
 25 différentes grandeurs caractéristiques du fonctionnement du moteur telles que le régime N, la pression P dans le collecteur d'admission, la richesse RCYL, l'avance à l'allumage AV et une grandeur ϵ_{cic} (encore à définir) qui indique l'erreur sur le couple produit par le paramètre P
 30 de réglage lent. En fonction de point de fonctionnement du moteur déterminé par ces grandeurs caractéristiques, le superviseur 16 calcule une consigne projetée de couple C_F ,

ainsi qu'une ou plusieurs, dans le cas présent, deux consignes projetées $RCYL_{cp}$ et AV_{cp} des paramètres de réglage rapide du moteur.

En fonction de la consigne immédiate de couple C_{ic} et de la valeur de pression P mesurée, on calcule la valeur de la grandeur admissible $\eta_{RAV_{cp}}$. Le point de réglage optimal $\{RCYL_c, AV_c\}$ est alors déterminé en "projetant" le point $\{RCYL_{cp}, AV_{cp}\}$ sur la courbe iso établie selon l'équation (4).

Le calcul correspondant est effectué dans le bloc de sélection 22 selon l'équation suivante:

$$\{\eta_{AV_c}(k), RCYL_c(k)\} = Proj_{I_{RAV_c}(k-1)}(\{\eta_{AV_{cp}}, RCYL_{cp}\}(k-1)) \quad (7) \quad \text{si } |\varepsilon_{Cic}| > \varepsilon_0$$

et

$$\{\eta_{AV_c}(k), RCYL_c(k)\} = \{\eta_{AV_c}(k), RCYL_c(k-1)\} \quad (8) \quad \text{si } |\varepsilon_{Cic}| < \varepsilon_0$$

étant entendu que ε est défini par la formule suivante:

$$\varepsilon_{Cic} = \frac{\partial \alpha_c}{\partial P}(P, N, AV_c, RCYL_c)(P - P_c) \quad (9)$$

qui exprime l'erreur de suivi de couple projeté, conséquence de l'erreur de suivi de la consigne de pression P_c . ε_s est un seuil prédéterminé de cette erreur.

Cependant, selon une autre caractéristique importante de l'invention, l'extraction des consignes des paramètres de réglage rapide à partir de la grandeur optimale, met en œuvre un automate de calcul qui fait partie du bloc 22. Le diagramme fonctionnel de cet automate est représenté sur la figure 3.

En effet, la présente description concernant en tant qu'exemple de mise en œuvre préféré de l'invention, un moteur à injection directe d'essence, la fixation des consignes immédiates des paramètres de réglage rapide doit se faire de préférence en prenant en considération les différents états ou modes de combustion dans lesquels le

moteur peut se trouver, à savoir les modes Stratifié (S), Homogène Pauvre (HP), Homogène-Stoechiométrique (H1) et Purge (P). Le mode Purge correspond à un mode dans lequel par une augmentation temporaire de la richesse au delà de
 5 1, un piège de NOx est purgé.

Ces différents modes de fonctionnement du moteur imposent au procédé de commande de respecter des contraintes concernant la fixation des valeurs des consignes des paramètres de réglage rapide $RCYL_c$ et AV_c .
 10 Ainsi, comme représenté sur la figure 4 qui est un graphe illustrant cette fixation sous contraintes, on voit que la consigne de richesse $RCYL_c$ ne doit pas être inférieure à 0,3, être située hors de la bande située entre 0,6 et 0,7 et ne pas être supérieure à 0,9, sauf en cas de
 15 stoechiométrie (1) et de purge (1,3). Quant à la consigne d'avance à l'allumage, son rendement η_{AVc} doit obligatoirement être égal à 1 dans le cas du mode stratifié.

L'automate de calcul du bloc 22 de la figure 1 est
 20 conçu pour respecter ces diverses contraintes imposées à la fixation des consignes des paramètres de réglage rapide. Pour ce faire, il modifie la façon de projeter le point des consignes projetées $RCYL_{cp}$ et AV_{cp} sur la courbe iso η_{RAVC} , comme illustré sur la figure 2.

25 Ainsi, partant d'un point courant $\{RCYL, AV\}$, le moteur se trouve dans un état de combustion déterminé, caractérisé par les valeurs limites pour la richesse et/ou l'avance. Par exemple, en mode HP, il convient que $0,7 \leq RCYL \leq 0,9$ et $\eta_{AVMIN} \leq \eta_{AV} \leq \eta_{AVMAX}$ (voir figure 3).

30 L'automate détermine si une transition vers un autre mode est autorisé en fonction notamment du mode cible contenant la consigne projetée $\{RCYL_{cp}, AV_{cp}\}$ et de la

condition concernant l'erreur de couple immédiate qui est confrontée à un seuil admissible ϵ_s selon $\epsilon_{cic} < \epsilon_s$.

Le réglage rapide du moteur sur le point de consigne $\{RCYL_c, AV_c\}$ doit alors être choisi à l'intérieur de ce nouveau mode s'il y a eu transition, sinon il doit être choisi à celui du mode initial. La courbe In_{RAVC} qui doit contenir le réglage $\{RCYL_c, AV_c\}$ est par conséquent restreinte à une portion de courbe satisfaisant aux conditions de richesse et d'avance caractéristiques du mode sélectionné.

Le point de consigne projeté $\{RCYL_{cp}, AV_{cp}\}$ est projeté non pas sur la courbe In_{RAVC} , mais sur cette portion restreinte.

La figure 4 illustre un exemple pratique de cette partie du procédé de commande selon l'invention.

Partant d'un point X en mode homogène pauvre HP ($0,7 \leq RCYL \leq 0,9$), le superviseur 16 demande le réglage $\{RCYL_{cp}, AV_{cp}\}$ correspondant au point Y situé en mode stratifié S ($0,3 \leq RCYL \leq 0,6, \eta_{AVC}=1$). On suppose que la consigne projetée de couple ne varie pas, de sorte que le point Y est fixe.

Sur le graphe de la figure 4, ces points X et Y correspondant aux modes suivants:

- au point X, l'automate se trouve dans le mode HP, c'est à dire dans le cercle central I du diagramme de la figure 3.

- le point Y correspond au mode S situé à droite du diagramme dans le cercle V.

Le seul chemin autorisé pour passer de X à Y passe par les conditions du cercle II ($RCYL=0,7$), puis la transition qui fait passer vers le mode S.

L'évolution de X vers Y se fait donc en plusieurs étapes.

- Etape 1. Le point de départ est le point X dans le mode HP. L'automate restreint la courbe iso In_{RAVC} à la portion LM correspondant au mode HP ($0,7 \leq RCYL \leq 0,9$). La projection du point Y sur cette portion de courbe donne le point optimal L caractérisé par $RCYL=0,7$.

- Etape 2. Le point de départ est le point L dans le mode HP (conditions II). Il n'y a pas de changement de mode possible et la projection du point Y donne toujours le point de richesse 0,7. Il n'y a donc ici aucun changement. Au fur et à mesure que la pression de collecteur P se rapproche de la consigne de pression P_c , la grandeur ϵ_{CIC} diminue et la grandeur admissible η_{RAVC} se rapproche de sa valeur projetée η_{RAVcp} . Sur la figure 4, la courbe In_{RAVC} se rapproche de la courbe In_{RAVcp} et le point optimal retenu évolue sur le segment LQ du graphe.

Etape 3. Pendant cette étape, il y a transition du mode HP vers le mode S. Lorsque la condition $\epsilon_{CIC} < \epsilon_s$ est satisfaite, la transition est exécutée et l'automate passe dans le mode S.

Etape 4. Le point de départ est le point Q dans le mode HP, le point optimal est recherché dans le mode S. La projection du point Y sur la courbe In_{RAVcp} donne le point Y lui-même qui appartient à cette courbe.

Il est à noter que le point Y choisi par le superviseur 16 dans le mode S est un point où $\eta_{AVcp}=1$. La deuxième étape (passage de L à Q) assure que l'entrée dans le mode S à iso-couple vers le point Y soit possible. Rien ne garantit qu'une autre iso courbe In_{RAVC} traverse le domaine ($0,3 \leq RCYL \leq 0,6$, $\eta_{AVc}=1$).

Lors d'une évolution d'un point où la richesse est égale à 1 (mode H1), vers un point en mode S (ou

inversement), il y a deux zones interdites à franchir. Le processus que l'on vient de décrire reste alors inchangé.

L'exemple décrit ci-dessus concerne un moteur à combustion interne à injection directe d'essence pour lequel le procédé de commande selon l'invention règle en tant que consigne de paramètre de réglage lent la pression dans le collecteur d'admission et en tant que consignes de paramètres de réglage rapide la richesse du mélange air/carburant et l'avance à l'allumage. Cependant, le procédé de commande peut impliquer la régulation de consignes d'autres paramètres. Ainsi en particulier, en tant que consigne de paramètre de réglage rapide, on peut également utiliser la consigne de taux de recirculation des gaz d'échappement en la combinant ou non avec les deux autres consignes des paramètres de réglage que l'on vient de mentionner. Si trois consignes sont élaborées, les courbes des figures 2 et 4 peuvent alors se transformer en des surfaces sur lesquelles seront situées les points X et Y, les équations de calcul étant alors adaptées en conséquence.

Il est également possible de n'utiliser qu'une seule consigne de paramètre de réglage rapide, moyennant quoi ces courbes seront transformées en une droite sur laquelle seront situées les points X et Y.

REVENDICATIONS

1. Procédé de commande d'un moteur à combustion interne, notamment à injection directe d'essence, caractérisé en ce que

5 on engendre une consigne projetée de couple (C_{pc}) à partir de la demande de couple du conducteur (C_{cond}) et/ou de demandes prévisibles (C_p) et imprévisibles (C_I) de couple d'accessoires,

10 on engendre, par l'intermédiaire d'au moins une cartographie, au moins une consigne projetée d'un paramètre de réglage rapide du moteur ($RCYL_{cp}$, AV_{cp}) à partir de paramètres de fonctionnement actuel du moteur (N , P),

15 on détermine une consigne immédiate (P_c) d'au moins un paramètre de réglage lent du moteur en l'extrayant d'une première équation reliant cette consigne immédiate (P_c) à ladite consigne de couple projetée (C_{pc}), à ladite consigne projetée d'un paramètre de réglage rapide ($RCYL_{cp}$, AV_{cp}), au régime (N) du moteur et éventuellement à d'autres
20 caractéristiques de fonctionnement du moteur (η_{comb} , K_{remp} , P_0 , q_{a0}),

on engendre une consigne immédiate de couple (C_{ic}) à partir de ladite demande de couple du conducteur (C_{cond}), de ladite demande imprévisible de couple d'accessoires (C_I) et
25 desdits paramètres de fonctionnement actuel du moteur (N , P),

on détermine une gamme admissible (η_{RAVC}) de grandeurs représentatives d'au moins une consigne immédiate dudit paramètre de réglage rapide du moteur ($RCYL_c$, AV_c), en
30 extrayant cette gamme d'une seconde équation qui la relie à ladite consigne immédiate de couple (C_{ic}), à ladite consigne projetée dudit paramètre de réglage rapide du moteur ($RCYL_{cp}$, AV_{cp}), au régime (N), à la pression actuelle

(P) mesurée dans le collecteur d'admission et éventuellement auxdites caractéristiques de fonctionnement (η_{comp} , K_{comp} , P_c , q_{ac}) du moteur,

5 on sélectionne dans cette gamme admissible (η_{RAVc}) une grandeur représentative optimale qui présente un écart minimal par rapport à une grandeur équivalente représentant ladite consigne projetée dudit paramètre de réglage rapide ($RCYL_{cp}$, AV_{cp}),

10 on extrait de ladite grandeur optimale ladite consigne immédiate dudit paramètre de réglage rapide ($RCYL_c$, AV_c), et

15 on utilise ladite consigne immédiate d'un paramètre de réglage lent du moteur (P_c) et ladite consigne immédiate dudit paramètre rapide du moteur ($RCYL_c$, AV_c) pour imposer un état de fonctionnement souhaité au moteur.

2. Procédé de commande suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ladite consigne projetée de couple (C_{pc}) est obtenue selon la relation:

$$C_{pc} = \min(a, b \frac{\eta_{RAV'cp}}{\eta_{RAV' \min}})$$

20 dans laquelle

$$a = C_{Cond} + C_I + \max(C_P, z^{-d} C_P),$$

$$b = C_{cond} + C_I + \min(C_P, z^{-d} C_P),$$

$\frac{\eta_{RAV'cp}}{\eta_{RAV' \min}}$ est une marge de rendement avec $\eta_{RAVcp} = \eta_{AVcp} \cdot \eta_{RCYLcp}$,

25 η_{AVcp} et η_{RCYLcp} désignant respectivement un rendement d'avance à l'allumage et un rendement de richesse.

3. Procédé de commande suivant la revendication 2, caractérisé en ce que ladite consigne projetée de réglage rapide est transformée en une valeur de rendement en fonction d'au moins une cartographie.

4. Procédé de commande suivant l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que lesdits paramètres de fonctionnement du moteur sont le régime (N), la pression (P) du collecteur d'admission, éventuellement un paramètre de navigation (N_{av}), la richesse (RCYL) et/ou l'avance à l'allumage (AV) et/ou des paramètres relatifs au taux de remplissage dudit moteur.

5. Procédé de commande suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites demandes de couple prévisibles (C_p) sont déterminées sur un horizon de z^{-d} demi-tours du vilebrequin du moteur, z étant un opérateur "avance d'un demi-tour et d'un nombre de demi-tours prédéterminé.

6. Procédé de commande suivant l'une quelconque des précédentes, caractérisé en ce que ladite consigne immédiate (P_c) d'au moins un paramètre de réglage lent est calculée par itérations selon une équation de la forme:

$$P_c(k) = \frac{C_{pc}(k)}{\eta_{RAI'cp} \cdot \eta_{comb} \{P_c(k), N(k)\} \cdot K_{rempl} \{N(k)\}} + \frac{q_{ao}}{K_{rempl} \{N(k)\}} + P_0$$

dans laquelle

20 k numéro de demi-tour du vilebrequin
 η_{comb} rendement de combustion
 K_{rempl} , P_0 et q_{ao} caractéristiques de remplissage des cylindres,

et en ce que les résultats des itérations sont déposées dans une table ayant comme entrées le régime (N) et le quotient de ladite consigne projetée de couple par la valeur de rendement de ladite consigne projetée de paramètre de réglage rapide (C_{pc}/η_{RAVcp}).

7. Procédé de commande suivant la revendication 1, 30 caractérisé en ce que ladite gamme admissible (η_{RAVc}) est

déterminée par itérations successives à l'aide de l'équation suivante:

$$\eta_{RAV_c}(k) = \frac{C_{ic}(k)}{\eta_{comb} \{P(k-2), N(k)\} [K_{remp} \{N(k-2)\} \{P(k-2) - P_0\} - q_{s0}]}$$

et en ce que les résultats des itérations sont déposées dans une table d'où est extraite ladite gamme admissible.

8. Procédé de commande suivant la revendication 7, caractérisé en ce que la valeur $P(k-2)$ de ladite équation d'où est extraite ladite gamme admissible est affectée d'un facteur de correction (σ) tendant à favoriser l'agrément de conduite et/ou la sécurité selon la formule:

$$P(k-2) = \tilde{P} = (1-\sigma)P + \sigma P_c$$

9. Procédé de commande suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite grandeur équivalente est une valeur située sur une courbe iso ($\ln \eta_{RAV_{cp}}$), de la forme :

$$\eta_{AV}(P, N, AV_c) \cdot \eta_{RCYL}(RCYL_c) = \eta_{RAV_c}(k)$$

et en ce que ladite grandeur optimale est calculée par projection sur ladite courbe iso.

10. Procédé de commande suivant la revendication 9, caractérisé en ce que l'opération de projection sur ladite courbe iso est effectuée selon l'équation suivante

$$\{\eta_{AV_c}(k), RCYL_c(k)\} = Proj_{\ln \eta_{RAV_c}(k-1)} \left(\{\eta_{AV_{cp}}, RCYL_{cp}\}(k-1) \right)$$

11. Procédé de commande suivant la revendication 10, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à déterminer l'erreur de suivi de couple projeté (ϵ), à confronter ladite erreur de suivi de couple à un seuil prédéterminé et à n'appliquer l'équation de l'opération de projection que si ladite erreur (ϵ) est supérieure audit seuil (ϵ_s).

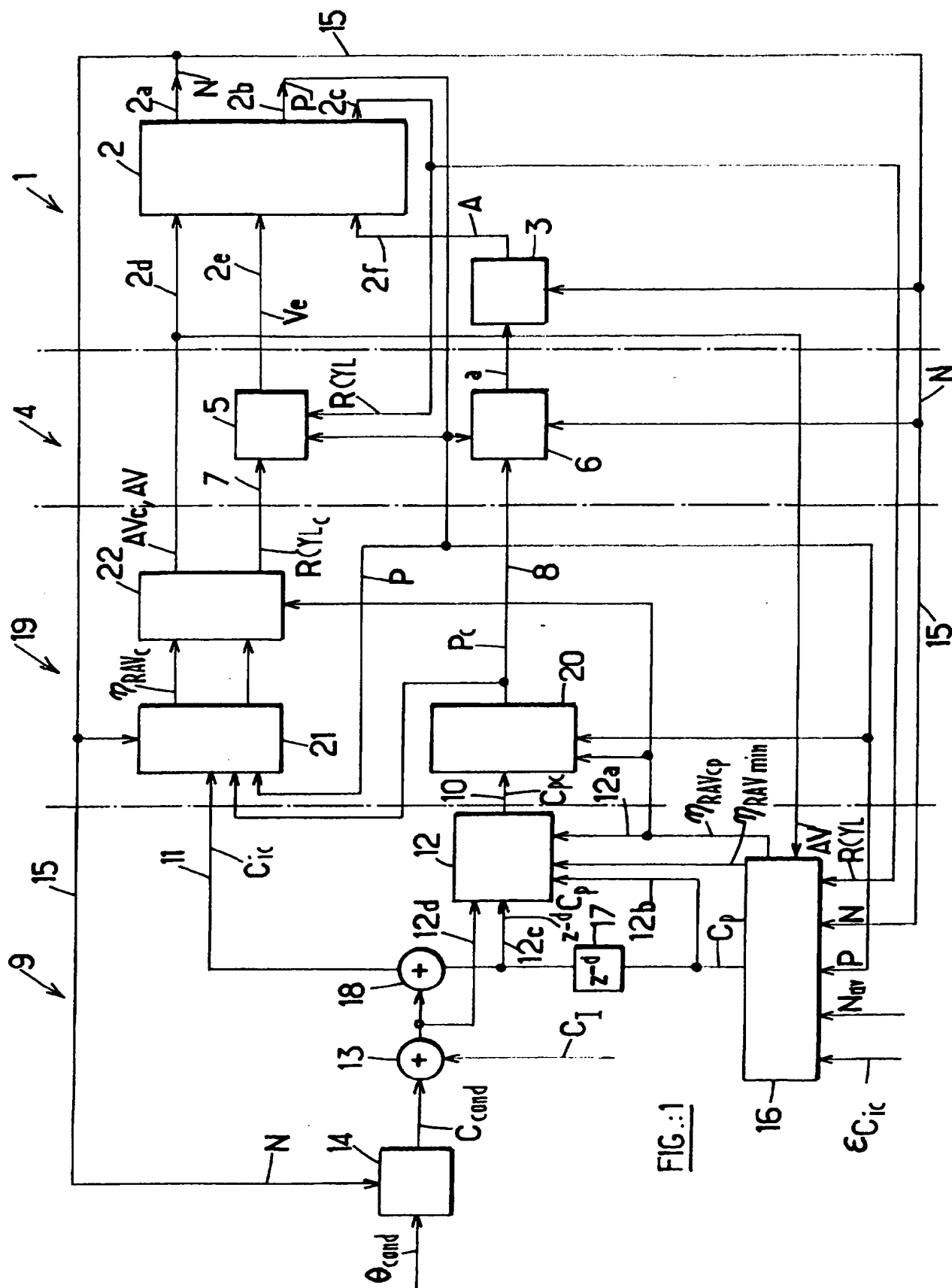
12. Procédé de commande suivant la revendication 11, caractérisé en ce que ladite erreur de suivi de couple projeté est définie par l'équation

$$\varepsilon_{Cic} = \frac{\alpha_{ic}}{\mathcal{P}} (P, N, AV_c, RCYL_c) (P - P_c)$$

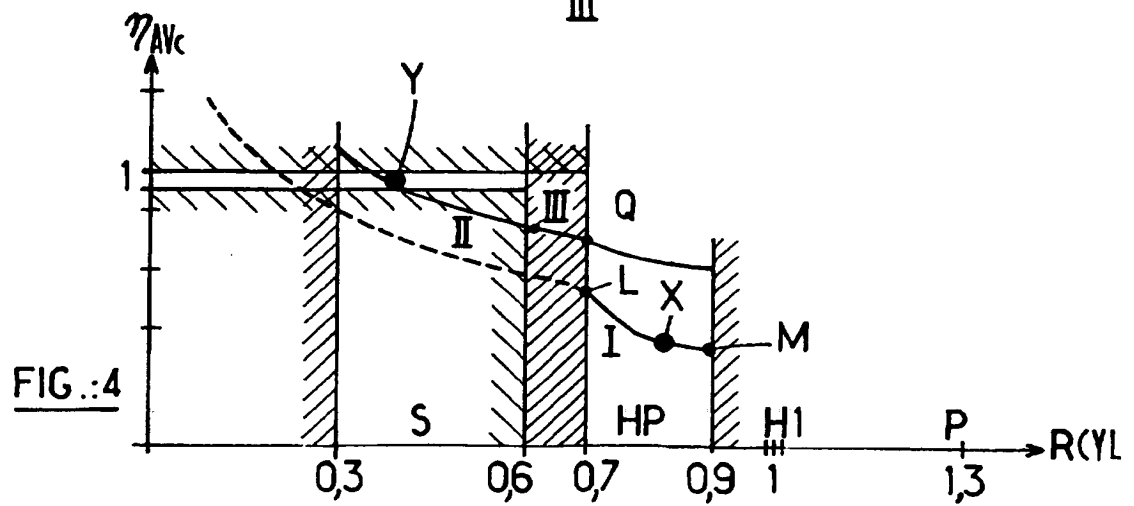
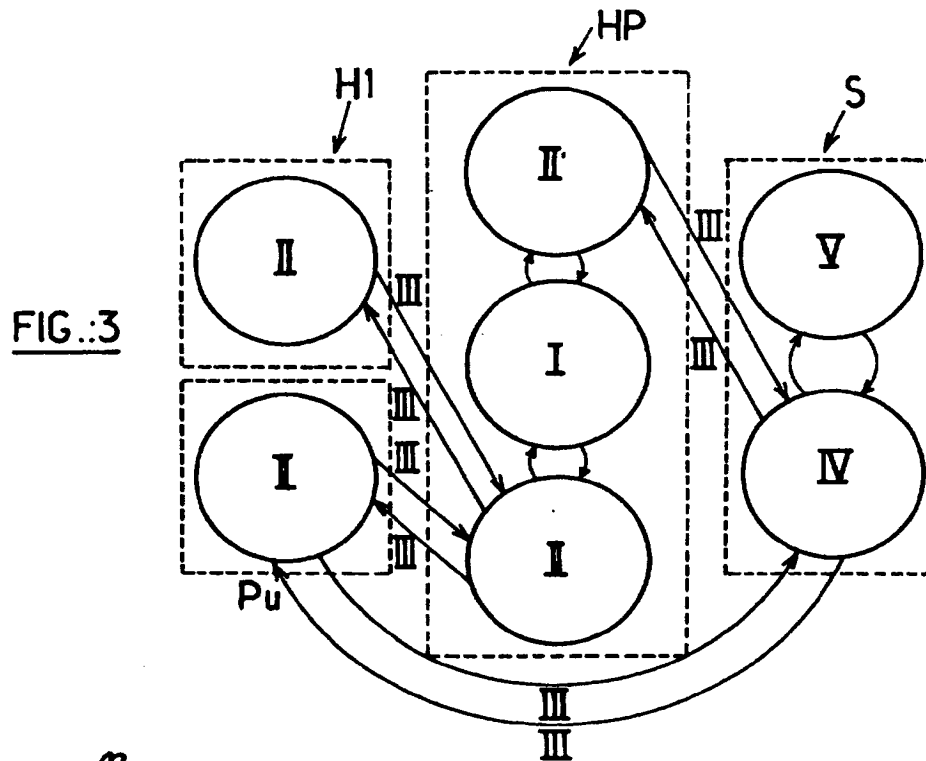
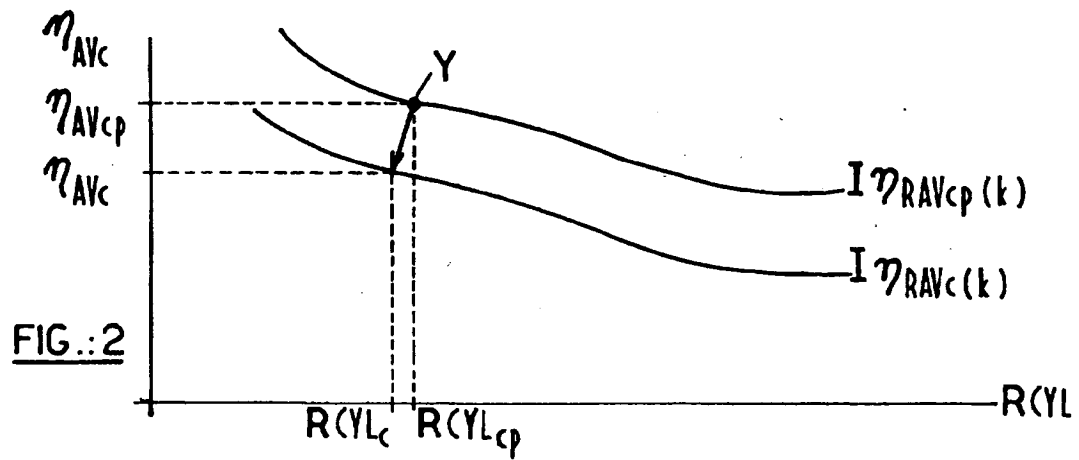
5 13. Procédé de commande suivant la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites consignes immédiates de paramètres de réglage rapide sont la richesse du mélange (RCYL) et l'avance à l'allumage (AV).

10 14. Procédé de commande suivant la revendication 13, caractérisé en ce que la détermination desdites consignes immédiates de paramètres de réglage rapide est exécutée en prenant en compte des modes de fonctionnement dudit moteur tels que les modes Homogène-Stoechiométrique (H1), Purge (PU), Homogène Pauvre (HP) et Stratifié (S).

15 15. Procédé de commande suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite consigne de paramètre de réglage lent est la consigne de pression (P_c) du collecteur d'admission dudit moteur.



2/2



**INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE**

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 568652
FR 9902505

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	DE 197 33 106 A (SIEMENS) 4 février 1999 (1999-02-04) * le document en entier *	1
A	DE 196 19 324 A (BOSCH) 10 avril 1997 (1997-04-10) * abrégé; figures *	1
A	DE 196 12 150 A (BOSCH) 2 octobre 1997 (1997-10-02) * abrégé; figures *	1
A	DE 196 18 893 A (BOSCH) 13 novembre 1997 (1997-11-13) * abrégé; figures *	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		F02D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
17 novembre 1999		Kooljman, F
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)